

平成31年度  
北見工業大学大学院工学研究科博士前期課程  
入学試験問題

受験番号	
------	--

専門科目

(13:00～17:00)

選択科目： 材 料 工 学

マテリアル工学専攻

平成 31 年度大学院博士前期課程入試問題 (マテリアル工学専攻)  
(一般入試・外国人留学生特別入試)

科目名 材料工学

(1/6)

受験番号

1. 液相法に関する以下の文章を読んで、下記の問いに答えなさい。

溶液、ゾル、懸濁液などの液相状態から **A** 反応などを利用して固相を析出させて、粉末を合成する方法を液相法という。**A** の生成には、<sup>(1)</sup>様々な要素が関係する。図 1 に溶解度曲線の一例を示すが、この場合、加温した溶媒に溶質を溶かして冷却すると、2の部分で **B** 状態に達する。これを更に冷却を続けると **C** 状態になる。この状態は **D** 領域といわれ、核の働きをするものがないと **A** 粒子は生成しない。そして更に冷却を続け 3 の点よりも温度を下げると、自発的に核が出来る **E** 領域となるため、核が多数生成し、**A** 粒子が生成する。図 2 に溶液濃度と **A** 粒子数の関係を示すが、これらの関係から **A** 粒子を微細にしたいときは、溶液温度をすばやく **E** 領域まで下げればよく、大きな単結晶を作製したい場合は、**D** 領域を利用すれば良いことが分かる。

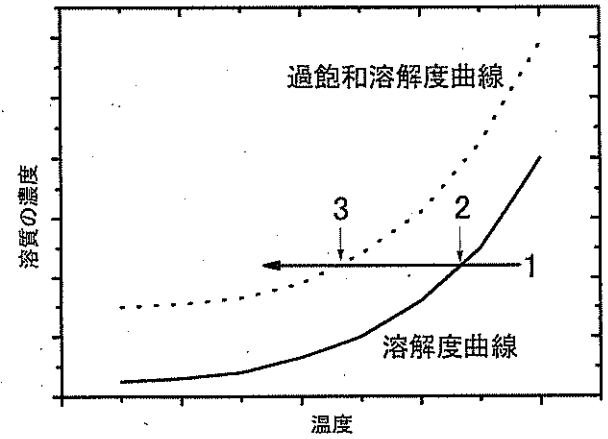


図 1 溶解度曲線

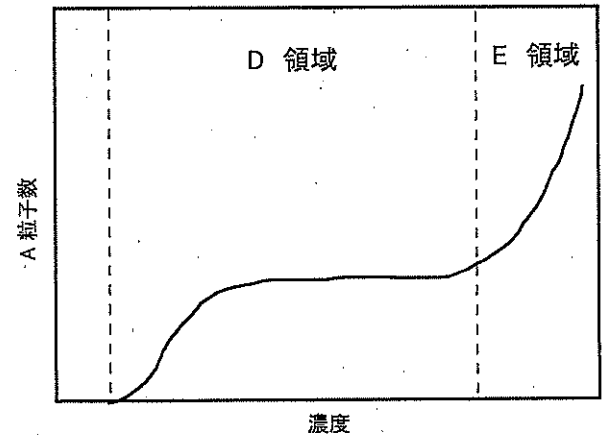


図 2 溶液濃度と A 粒子の発生数の関係

(1) 空欄 **A** ~ **E** に入る適当な語句を答えなさい。

A:	B:	C:	D:	E:
----	----	----	----	----

(2) 下線部(1)に関する要素を 3 つ答えなさい。

(3) 図 1 及び図 2 より、単分散粒子 (粒子径が揃った粒子) を作製する際にどのような手法を採用する必要があるのか、**D** 領域と **E** 領域の観点から答えなさい。

平成 31 年度大学院博士前期課程入試問題 (マテリアル工学専攻)

(一般入試・外国人留学生特別入試)

科目名	材料工学	(2/6)	受験番号	
-----	------	-------	------	--

2. 熱電材料に関する以下の文章を読んで、下記の問いに答えなさい。

熱エネルギーを電気に変換する事が可能な熱電材料は、省エネルギーを目的とした材料の一つである。熱電材料の発電メカニズムは、セラミックス半導体の一端が熱エネルギーを受けることで、電気を流す **A** が生じる。この **A** は、濃度差によって他端へと移動する。例えば、**A** を電子とすると、移動してきた電子がたまった側がマイナスとなり、もう片方の端との間に **B** が生じるため、**C** が流れる。この時、**B** ( $E$ ) と温度差 ( $\Delta T$ ) との間には  $E = \alpha \cdot \Delta T$  の関係があり、 $\alpha$  を **D** 係数と呼ぶ。そして熱電材料の特性は、**D** 係数が大きいこと、温度差をつけやすいように熱伝導率 ( $\kappa$ ) が **E** こと、さらに電気抵抗率が小さい、すなわち導電率 ( $\sigma$ ) が **F** ことが重要である。そしてこれら 3 つの値から計算される性能指数 ( $Z = \alpha^2 \cdot \sigma / \kappa$ ) が大きいほど、優れた熱電材料といえる。

(1) 空欄 **A** ~ **F** に入る適当な語句を答えなさい。

A:	B:	C:	D:	E:
F:				

(2)  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  を熱電材料として使用したところ、性能指数は  $Z = 5.5 \times 10^{-3} \text{ (K}^{-1}\text{)}$  であった。この材料の電気抵抗率が  $6.3 \text{ (}\mu\Omega\text{m)}$ 、熱伝導率が  $1.4 \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$  の場合、**D** 係数 ( $\mu\text{V/K}$ ) の値を求めなさい。

(3) Si-Ge 系材料は、**D** 係数が  $180 \text{ (}\mu\text{V/K)}$ 、電気抵抗率が  $5.0 \text{ (}\mu\Omega\text{m)}$ 、熱伝導率が  $5.2 \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$  である。この材料の性能指数を計算し、上述した  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  と比較した場合、どちらが優れた変換効率を示すかを答えなさい。

平成 31 年度大学院博士前期課程入試問題 (マテリアル工学専攻)  
(一般入試・外国人留学生特別入試)

科目名	材料工学
-----	------

(3/6)

受験番号	
------	--

3. 熱膨張に関する次の問いに答えなさい。

- (1) アルミニウムの線膨張係数  $\alpha_L$  は  $23.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  である。室温 ( $20^{\circ}\text{C}$ ) で長さ 20 cm のアルミ棒を  $200^{\circ}\text{C}$  に加熱した場合の長さの変化を求めなさい。
- (2) 熱膨張が等方的に起こる物質において、体膨張率  $\alpha_V$  と線膨張係数  $\alpha_L$  の間に、 $\alpha_V = 3\alpha_L$  の関係があることを証明しなさい。

平成 31 年度大学院博士前期課程入試問題 (マテリアル工学専攻)

(一般入試・外国人留学生特別入試)

科目名	材料工学
-----	------

(4/6)

受験番号	
------	--

4. 電磁波について説明した以下の文中の空欄 **A** ~ **D** に入る適切な語句、または式を解答欄に書きなさい。

電磁波は、古典論では電場と磁場の変化によって形成される波動と考える。このとき、電磁波の振動数を  $\nu$ 、波長を  $\lambda$ 、速度を  $c$  とすると、

$$c = \text{A}$$

の関係がある。電磁波の性質は、波長によって大きく異なるため、その波長範囲によって異なる名称が使われている。例えば、放射性物質から放射される波長が 0.1 nm 以下の電磁波は **B**、人間の目で知覚することができる波長が 400~800 nm の電磁波は **C** とよばれる。

一方、電磁波を量子力学的にみると、光子 (フォトン) とよばれる粒子と考えることができる。この光子 1 個のエネルギー  $E_{ph}$  は、

$$E_{ph} = h \cdot \nu$$

で表される。ここで、 $h$  は **D** と呼ばれる物理定数である。

解答

A:	B:
C:	D:

5. 下記の表は、ルミネッセンスの種類とその励起方法、および代表的な応用例をまとめたものである。この表の空欄 **A** ~ **D** に入る適切な語句を選択肢の中から選び、解答欄に書きなさい。

種類	励起方法	応用例
フォトルミネッセンス	紫外線	A
カソードルミネッセンス	B	ブラウン管
ケミルミネッセンス	化学反応	C
D	電界または電流	発光ダイオード

選択肢

- ア. エレクトロルミネッセンス    イ. バイオルミネッセンス    ウ. トライボルミネッセンス  
 エ. 磁界    オ. ルミノール反応    カ. 熱    キ. 電子線    ク. 蛍光灯  
 ケ. 液晶ディスプレイ (LCD)    コ. 白熱電球

解答

A:	B:	C:	D:
----	----	----	----

平成 31 年度大学院博士前期課程入試問題 (マテリアル工学専攻)

(一般入試・外国人留学生特別入試)

科目名	材料工学
-----	------

(5/6)

受験番号	
------	--

6. 半導体材料の電気的特性に関する以下の問いに答えなさい。必要ならば、以下の値を用いなさい。

電気素量： $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 、電子移動度： $0.14 \text{ m}^2/\text{Vs}$ 、ホール移動度： $0.048 \text{ m}^2/\text{Vs}$

- (1) 高純度シリコンにおける自由電子とホールの濃度の特徴を述べ、電気伝導率の式を示しなさい。
- (2) 高純度シリコンにホウ素を添加して室温におけるキャリア濃度を  $10^{23} \text{ m}^{-3}$  にした。この材料の電気伝導率を求めなさい。
- (3) (2) で述べた材料のエネルギーバンド図を示しなさい。

7. 以下の用語を説明しなさい。図や式を用いて説明しても良い。

- (1) 電子分極
- (2) 比誘電率
- (3) pn 接合の整流性

平成 31 年度大学院博士前期課程入試問題 (マテリアル工学専攻)  
(一般入試・外国人留学生特別入試)

科目名 材料工学

(6/6)

受験番号

8. 磁性材料に関する、以下の問いに答えなさい。

(1) 図 3 は強磁性材料の磁束密度  $B$  と磁場  $H$  との関係を表した磁化曲線である。図中のア点、イ点、ウ点の名称を書きなさい。

ア点:

イ点:

ウ点:

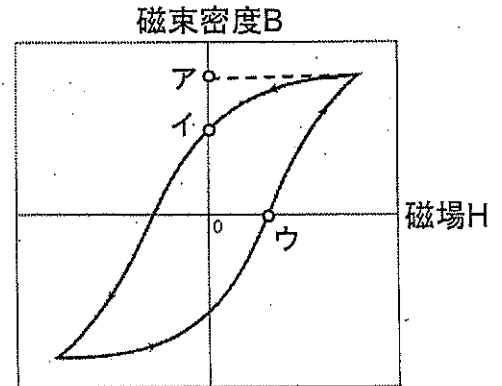


図 3 強磁性材料の磁化曲線

(2) 軟磁性材料と硬磁性材料では、磁化曲線の形状が大きく異なる。下の図中に軟磁性材料と硬磁性材料の特徴を表す磁化曲線を描きなさい。

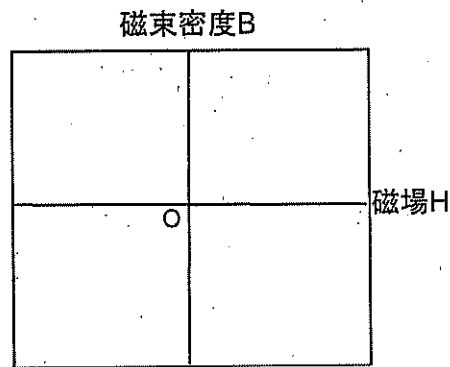


図 4 軟磁性材料の磁化曲線

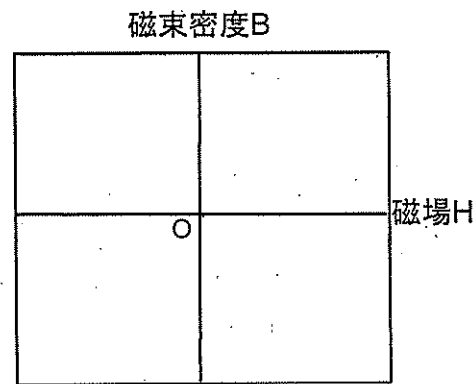


図 5 硬磁性材料の磁化曲線

(3) 温度が上昇し、キュリー温度を超えると、強磁性的な性質が失われ、常磁性的性質を示すようになる。常磁性状態の磁化曲線を下の図中に描きなさい。

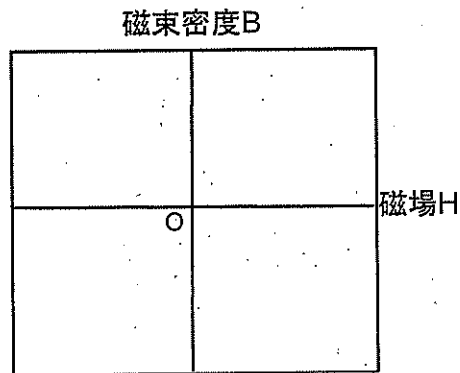


図 6 常磁性状態の磁化曲線

(4) 強磁性材料の応用分野の一つに磁気記録がある。この磁気記録の原理について、簡単に説明しなさい。